

Karakteristik Oseanografi dan Musim Penangkapan Ikan Kembang (*Rastrellinger sp.*) di Laut Natuna

Apriansyah^{1*}, Pratita Budi Utami²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Tanjungpura, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Universitas Tanjungpura, Indonesia

*Email : apriansyah@fmipa.untan.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : February 9, 2024

Revised : February 21, 2024

Accepted : March 24, 2024

Keywords:

CROCO model

Sea surface temperature

Salinity

Indian mackerel

Kata Kunci:

Model CROCO

Suhu permukaan laut

Salinitas

Kembang

ABSTRACT

The improvement of Indian mackerel fishing activities in the Natuna Sea can be accomplished by providing information about water characteristics to analyze the optimal fishing timing. This study aimed to investigate the water characteristics that affect Indian mackerel fisheries using data from CROCO model (sea surface temperature and salinity) and Indian mackerel (*Rastrellinger sp.*) landing data at the Pemangkat Nusantara Fishing Port. The results showed that the peak of the Indian mackerel fishing season occurred from southwest to northeast. During this period, the waters of the Natuna Sea were characterized by warm temperatures (greater than 29 °C) and low salinity (less than 33 PSU). During this period, the relatively stable and less extreme water conditions in the Natuna Sea were associated with the high abundance of mackerel in these waters.

ABSTRAK

Optimalisasi penangkapan ikan kembang di Laut Natuna dapat ditingkatkan dengan menyediakan informasi karakteristik perairan untuk analisis penentuan waktu penangkapan ikan kembang. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik perairan yang memengaruhi perikanan kembang menggunakan data model CROCO (suhu permukaan laut dan salinitas), dan data pendaratan ikan kembang (*Rastrellinger sp.*) di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pemangkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa puncak musim penangkapan ikan kembang terjadi selama periode Musim Barat Daya hingga awal Musim Timur Laut. Karakteristik perairan Laut Natuna pada periode tersebut dicirikan dengan suhu hangat (>29 °C) dan salinitas rendah (< 33 psu). Kondisi perairan yang relatif stabil dan tidak terlalu ekstrem di Laut Natuna pada periode ini berhubungan dengan keberadaan yang tinggi dari ikan kembang di perairan ini.

1. PENDAHULUAN

Secara geografis, perairan Laut Natuna terletak di bagian utara Paparan Sunda (Daryabor *et al.*, 2016, 2014). Perairannya dibatasi oleh Laut China Selatan – Teluk Thailand pada bagian utara dan Selat Karimata di bagian Selatan. Dinamika perairan Laut Natuna dipengaruhi oleh sistem angin monsun Asia Timur (Wang and Li, 2009), arus Laut China Selatan (Daryabor *et al.*, 2014; Du and Qu, 2010; Wei *et al.*, 2016), arus lintas Paparan Sunda (Apriansyah and Atmadipoera, 2020), serta debit sungai terutama “Sungai Mekong” yang bermuara ke dalam perairan (Sandeep *et al.*, 2018). Proses-proses fisis ini secara langsung ataupun tidak langsung

memengaruhi sebaran spasio-temporal kondisi lingkungan seperti suhu dan salinitas di perairan Laut Natuna.

Laut Natuna menempati posisi penting dalam produksi perikanan pelagis kecil di Indonesia (Jaya *et al.*, 2022). Wilayah perairan ini telah lama dikenal sebagai wilayah penangkapan potensial perikanan pelagis kecil (Apriansyah *et al.*, 2022; Hidayat, 2018; Prayogo and Arthana, 2007; Safitri and Weni, 2018). Potensi perikanan pelagis kecil di Laut Natuna mencapai 537.000 ton atau sekitar 12.8% dari total potensi ikan pelagis kecil nasional (Jaya *et al.*, 2022). Jenis ikan pelagis kecil yang mendominasi dan mendiami Laut Natuna diantaranya ikan layang

(*Decapterus spp.*), kembung (*Rastrellinger kanagurta*), tembang (*Sardinella fimbriata*), selar (*Selaroides sp.*), serta jenis ikan pelagis kecil lainnya (Apriansyah *et al.*, 2022; Hidayat, 2018; Safitri and Weni, 2018).

Ikan kembung (*Rastrellinger sp.*), atau yang secara ilmiah dikenal juga dengan *Indian Mackerel* merupakan kelompok ikan pelagis kecil dengan nilai gizi dan ekonomi tinggi (Indraswari *et al.*, 2022; Susilawati, 2021). Ikan kembung yang mendiami Laut Natuna hidup di kedalaman ±20 m (Safitri and Weni, 2018). Kapal penangkapan jenis pukat cincin (*purse seine*) dari Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pemangkat dengan kekuatan rata-rata 51 – 100 GT merupakan kapal tangkap terbanyak yang beroperasi di Laut Natuna, yang menjadikan ikan kembung sebagai target tangkapan (Hariati, 2011; Safitri and Weni, 2018).

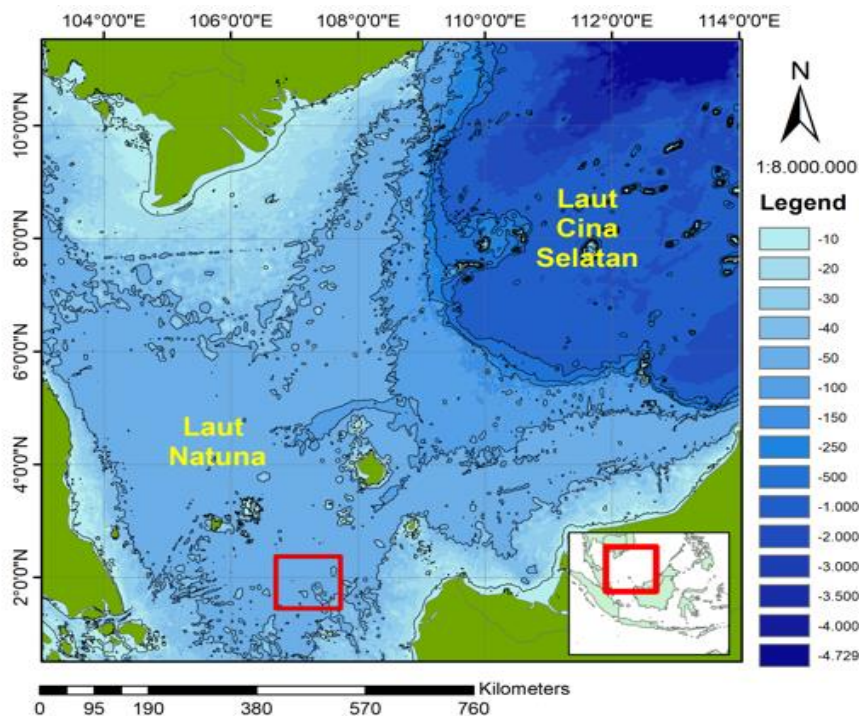
Saat ini, kegiatan penangkapan ikan kembung dan jenis lainnya yang dilakukan di Laut Natuna dilakukan berdasarkan pengalaman nelayan dalam menentukan daerah penangkapannya. Ini tentunya membatasi operasi dan hasil penangkapannya. Beberapa studi (seperti, (Apriansyah *et al.*, 2023b, 2022; Ebango Ngando *et al.*, 2020; Imron *et al.*, 2022; Ma'mun *et al.*, 2019)) telah menyebutkan bahwa informasi tentang keberadaan ikan yang dideteksi melalui karakteristik perairan dapat meningkatkan

keberhasilan penangkapan armada pukat cincin. Perhitungan pola musim penangkapan ikan menjadi salah satu cara untuk memperoleh informasi mengenai keberadaan ikan di daerah penangkapannya. Imron *et al.* (2022) menyebutkan bahwa nelayan biasanya tidak melakukan studi empiris, dan mengikuti perubahan musiman yang biasanya terjadi. Manajemen perubahan musiman kondisi lingkungan dapat meningkatkan efisiensi penangkapan ikan. Sehingga nelayan dapat melakukan persiapan yang baik sebelum melakukan kegiatan penangkapan ikan.

Ketersediaan informasi mengenai karakteristik lingkungan serta pola musim penangkapan ikan merupakan kebutuhan penting untuk aktivitas penangkapan ikan kembung di Laut Natuna. Berdasarkan penjelasan di atas, studi ini bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik lingkungan dari data suhu dan salinitas permukaan laut yang berasal dari model laut CROCO, serta menganalisis produktivitas dan pola musiman penangkap ikan kembung yang diperoleh dari hasil pencatatan Pelabuhan Perikanan Nusantara Pemangkat, Kalimantan Barat.

2. METODE

2.1 Wilayah Penelitian dan Sumber Data



Gambar 1. Lokasi studi terletak di Paparan Sunda Utara

Wilayah penelitian terletak di bagian utara Paparan Sunda (Gambar 1), yang membentang dari 0,5 °LU – 11,5 °LU dan 103 °BT – 114 °BT. Dalam penelitian ini, model *Coastal and Regional Ocean Communities Model* atau yang disingkat CROCO (Auclair *et al.*, 2022) digunakan untuk menguantifikasi karakteristik lingkungan di Laut Natuna. Model CROCO telah banyak digunakan untuk menginvestigasi dinamika perairan di Indonesia (Apriansyah *et al.*, 2023a, 2023b; Azzahrawaani *et al.*, 2023; Darmawan *et al.*, 2021; Noorsyoda *et al.*, 2023; Ramadhan *et al.*, 2021).

Model yang dikembangkan memiliki resolusi horizontal 1/18° dan 40 lapisan vertikal. Model ini menggunakan syarat batas dari data atmosfer ERA5 ECMWF (Hersbach *et al.*, 2020), debit sungai GLOFAS ERA5 (Harrigan *et al.*, 2020), dan pasang surut TPOX9v4 (Egbert and Erofeeva, 2002). Nilai awal dan syarat batas laut menggunakan data GLORYS12V1 dari *Mercator CMEMS*. Simulasi dijalankan dari 1 Januari 2009 hingga 31 Desember 2020, dengan *spin-up* pada tahun 2009. Keluaran model CROCO yang digunakan pada studi ini adalah data deret waktu untuk suhu permukaan laut dan salinitas.

Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan data bulanan hasil tangkapan ikan kembang dan jumlah bulanan kapal penangkapan ikan jenis pukat cincin. Data ini diperoleh dari hasil pendaratan Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pemangkat, Kalimantan Barat dalam interval tahun 2010 – 2019.

2.2 Analisis Data

Dinamika oseanografi Laut Natuna yang dinyatakan dengan suhu dan salinitas permukaan laut dalam interval 2010 – 2020 dianalisis menggunakan metode klimatologi (Thomson and Emery, 2014). Analisis deskripsi digunakan untuk menginvestigasi produksi hasil tangkapan ikan kembang melalui perhitungan *CPUE (Catch per Unit Efforts)* (Apriansyah *et al.*, 2022; Wujdi *et al.*, 2012). Jika nilai tren *CPUE* meningkat, diartikan bahwa sumber daya perikanan relatif baik. Ini dapat diartikan bahwa urusan perikanan dapat diasumsikan masih menguntungkan. Sedangkan jika tren *CPUE* menurun, diduga bahwa terjadi gejala kelebihan penangkapan (Prasetyo *et al.*, 2018).

Sementara musim penangkapan ikan kembang diestimasi berdasarkan indeks musim penangkapan (IMP) menggunakan metode persentase rata-rata (Wahju *et al.*, 2011). Menurut

Zeny *et al.* (2022), musim penangkapan ikan dibagi menjadi 3 (tiga) kategori. Musim puncak penangkapan ditandai dengan nilai $IMF \geq 100\%$, musim normal dengan rentang $50\% \leq IMF < 100\%$, dan musim paceklik penangkapan dengan rentang $IMF < 50\%$.

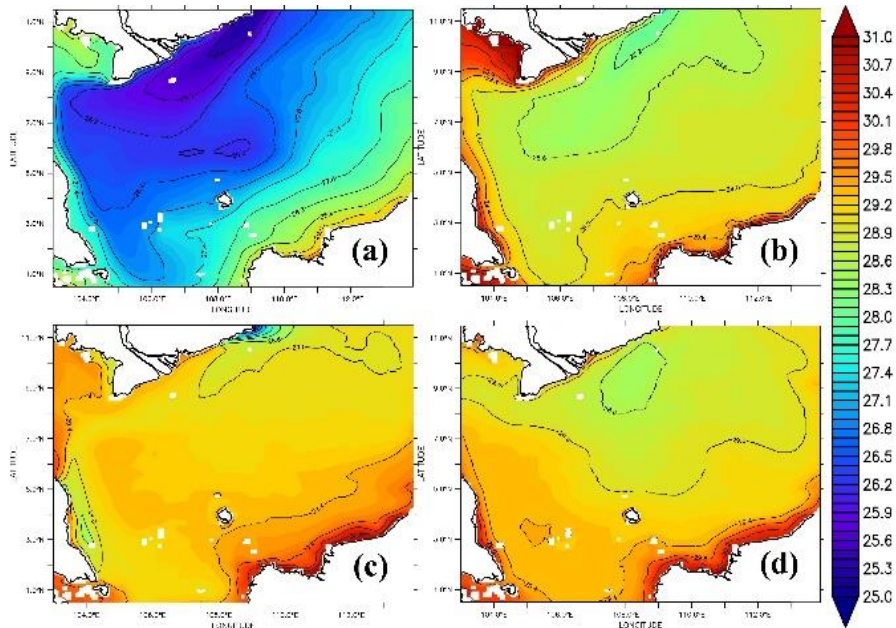
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Variasi musiman oseanografi Laut Natuna

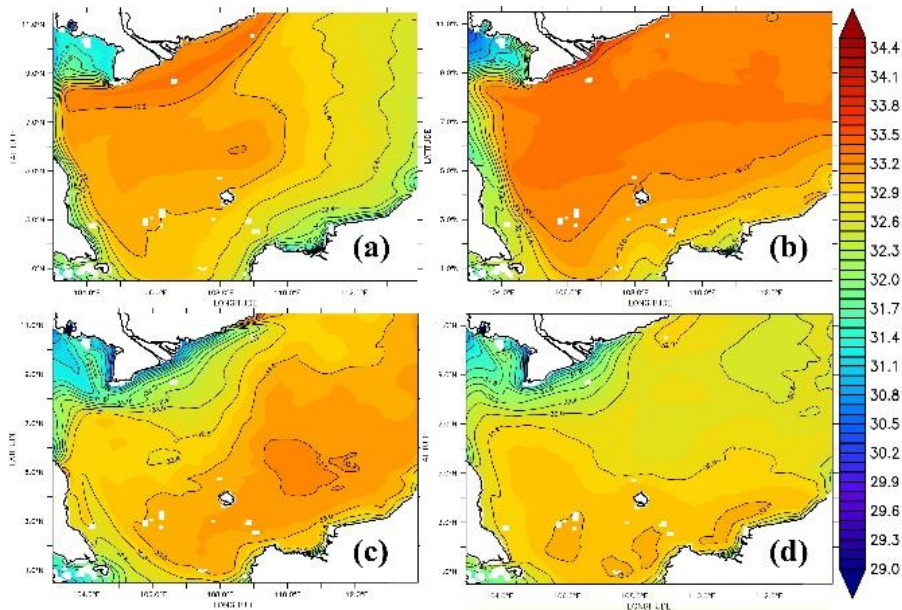
Perairan Laut Natuna yang berada di dalam perairan Paparan Sunda berada di bawah pengaruh sistem angin monsun Asia Timur (Wang and Li, 2009), arus LCS (Wei *et al.*, 2016), arus lintas Paparan Sunda (Apriansyah and Atmadipoera, 2020). Ini menyebabkan karakteristik massa air (SPL (Gambar 2) dan salinitas (Gambar 3)) di wilayah ini dipengaruhi faktor-faktor ini. Suhu tertinggi terjadi selama periode Musim Barat Daya (MBD, Juni – Agustus), dengan nilai rata-rata 29,36°C dan suhu terendah terjadi selama periode Musim Timur Laut (MTL, Desember – Februari), dengan nilai rata-rata 27,24 °C. Salinitas tertinggi terjadi selama periode Musim Peralihan 1 (MP1, Maret – Mei), dengan nilai rata-rata 33,14 psu dan salinitas terendah terjadi selama periode Musim Peralihan 2 (MP2, September – November), dengan nilai rata-rata 32,87 psu.

Selama periode MTL, massa air dingin (<27 °C) dan asin (~33 psu) mendominasi perairan. Massa air ini dibawa oleh sebuah arus kuat yang mengalir di sepanjang Pantai timur Vietnam (Chu *et al.*, 1999; Liu *et al.*, 2004). Suhu rendah dan salinitas tinggi perairan ini juga disebabkan oleh pengangkatan massa air akibat keberadaan struktur *eddy* siklonik yang muncul dari November hingga Februari (Hariyadi *et al.*, 2021). Selama periode Musim Peralihan 1 (MP1, Maret – April), perairan mulai menghangat ($T > 29$ °C). Salinitas tinggi ($S > 33,2$ psu) mulai tersebar merata di seluruh perairan. Hangat dan asinnya perairan, berkaitan dengan tingginya radiasi matahari dan evaporasi selama periode ini.

Selama periode MBD, suhu perairan memiliki suhu rata-rata 30 °C. Tingginya suhu perairan disebabkan oleh peningkatan radiasi matahari dan masuknya massa air hangat dari Selat Karimata-Laut Jawa (Akhir *et al.*, 2015; Daryabor *et al.*, 2014; Kok *et al.*, 2017). Suhu rendah (<29 °C) terlihat di sepanjang semenanjung Malaysia selama periode ini terjadi akibat pengangkatan massa air yang disebabkan oleh *upwelling* yang dibangkitkan transpor Ekman



Gambar 2. Perubahan musiman SPL ($^{\circ}\text{C}$) pada periode MTL (a), MP1 (b), MBD (c), dan MP2 (d)



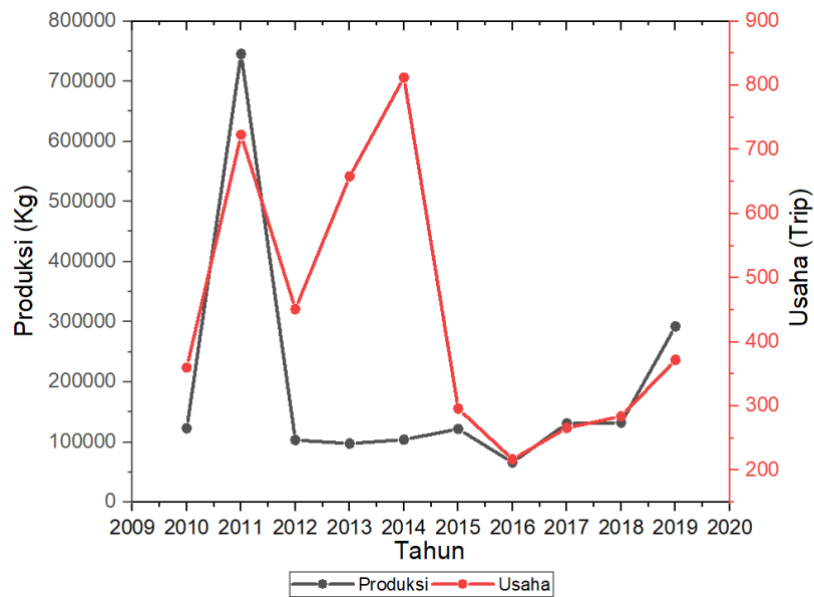
Gambar 3. Perubahan musiman Salinitas (psu) pada periode MTL (a), MP1 (b), MBD (c), dan MP2 (d)

(Kok *et al.*, 2022, 2017). Salinitas selama periode MBD masih tinggi namun tidak setinggi saat periode MP1. Salinitas yang lebih tinggi berada di sisi timur perairan Laut Natuna. Di semenanjung Malaysia terlihat salinitas tinggi, yang berhubungan dengan pengangkatan massa air oleh *upwelling* yang terjadi selama periode ini. Selama periode MP2, arus kembali melemah, salinitas tinggi relatif tersebar merata di perairan NSS sementara suhu rendah yang membentuk lidah

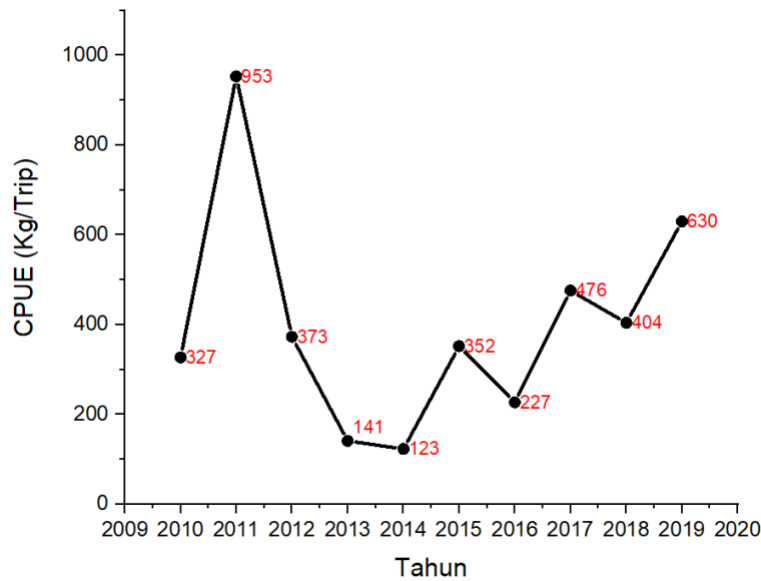
dingin, yang dibawa oleh arus dibawa dari Laut Cina Selatan mulai memasuki perairan ini.

3.2 Perikanan kembang di Laut Natuna

Berdasarkan Gambar 4, dapat diketahui bahwa nilai produksi dari ikan kembang yang didaratkan oleh kapal penangkapan pukat cincin di PPN Pemangkat pada tahun 2010 – 2019 berfluktuasi. Hasil tangkapan ikan kembang tertinggi mencapai 745.465 kg pada tahun 2011.



Gambar 4. Produksi dan usaha penangkapan ikan kembung oleh kapal tangkap pukat cincin dari 2010 – 2019

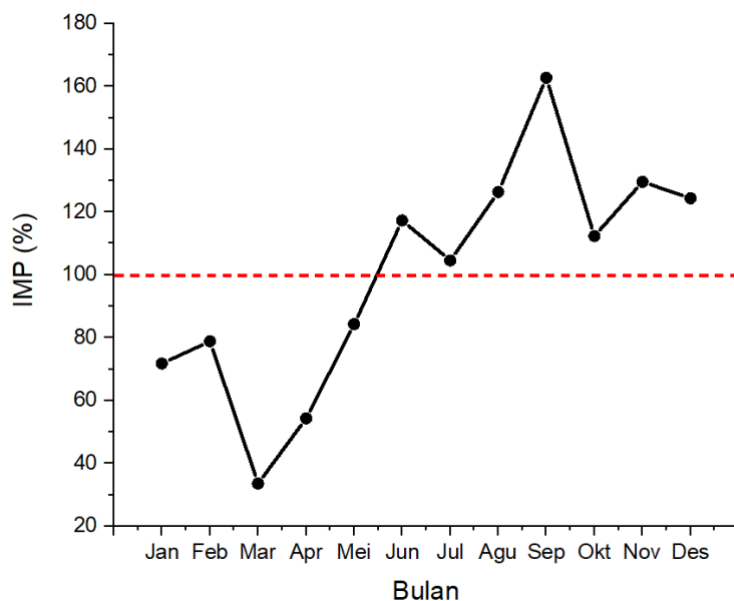


Gambar 5. Produktivitas (CPUE) hasil tangkapan ikan kembung oleh kapal tangkap pukat cincin dari tahun 2010 - 2019

Sementara hasil tangkapan terendah terjadi pada tahun 2016 dengan tangkapan sekitar 66.294 kg. Produksi hasil tangkapan ikan kembung meningkat pada tahun 2010 hingga 2011. Tren produksi tangkapan kembung sempat menurun dalam periode 2011 hingga 2012, sebelum akhirnya meningkat dari tahun 2012 hingga 2019.

Produktivitas hasil tangkapan ikan kembung oleh kapal tangkap pukat cincin di PPN Pemangkat disajikan pada Gambar 5.

Produktivitas hasil tangkapan ikan kembung yang direpresentasikan dengan nilai *CPUE* dalam periode 2010 – 2019 mengalami peningkatan. Produktivitas terendah terjadi pada tahun 2014 dengan nilai 123 kg/trip. Sementara produktivitas tertinggi terjadi pada 2011 dengan nilai 953 kg/trip. Peningkatan produktivitas ini disebabkan oleh peningkatan jumlah tangkapan diikuti dengan penurunan jumlah usaha penangkapan (Imron *et al.*, 2022).



Gambar 6. Indeks Musim Penangkapan (IMP) Ikan Kembang

Secara umum penangkapan ikan kembang di Laut Natuna dikelompokkan pada periode MTL, MP1, MBD, dan MP2. Informasi mengenai musim penangkapan ikan kembang digunakan untuk menentukan waktu penangkapan ikan kembang yang sesuai. Perhitungan musim penangkapan ikan ditentukan dengan menghitung nilai indeks musim penangkapan (IMP) (Wahju *et al.*, 2011), yang menggunakan data hasil tangkapan ikan kembang dan jumlah kapal penangkapan pukat cincin dalam periode 2010 – 2019.

Musim puncak penangkapan ikan kembang di Laut Natuna (Gambar 6) terjadi antara bulan Juni hingga Desember, dengan nilai *IMP* lebih besar dari 100%. *IMP* tertinggi terjadi pada bulan September (162,69%) dan *IMP* terendah terjadi pada bulan Maret (33,54%). Waktu terbaik penangkapan ikan kembang pada PPN Pemangkat, yakni bulan Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember. Sementara waktu terburuk untuk menangkap ikan kembang terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, dan April.

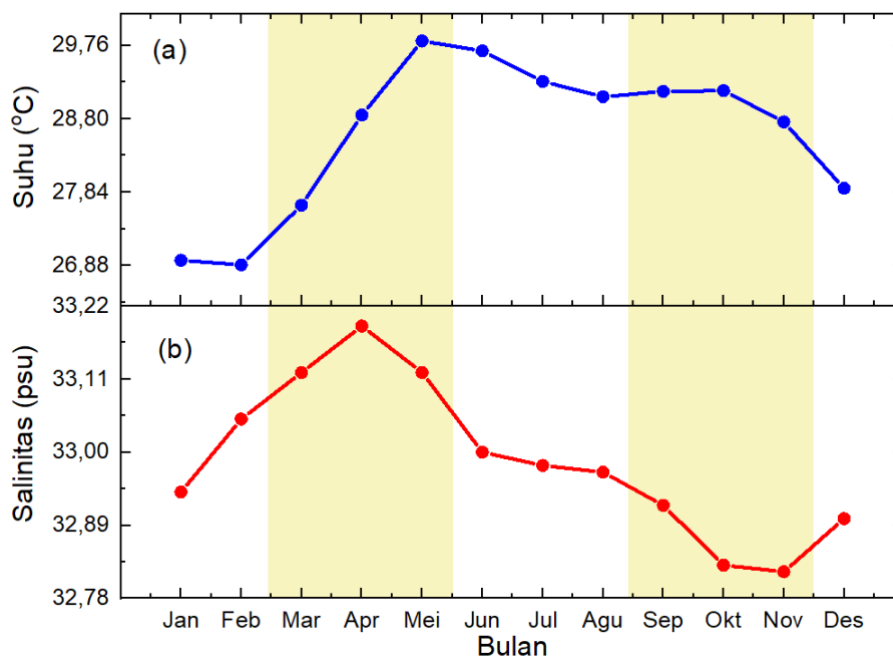
3.3 Hubungan antara karakteristik oseanografi dan musim penangkapan ikan kembang di Laut Natuna

Pada studi ini, wilayah penangkapan ikan kembang di Laut Natuna ditentukan dengan berdasarkan parameter oseanografi. Keluaran model CROCO Laut Natuna (SPL dan salinitas)

digunakan untuk menentukan karakteristik lingkungan. Musim puncak penangkapan dari ikan kembang yang ditangkap oleh kapal penangkapan pukat cincin di Laut Natuna dari 2010 hingga 2019 yang dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan perairan Laut Natuna. Dari informasi yang diungkapkan pada Gambar 6, terlihat bahwa musim puncak penangkapan ikan kembang terjadi di sepanjang periode MBD hingga awal periode MTL atau dari Juni hingga Desember.

Karakteristik perairan yang diwakili oleh SPL dan salinitas di Laut Natuna selama periode MBD hingga awal MTL, dicirikan dengan keberadaan suhu hangat (>29,0 °C) dan salinitas rendah (<33 psu) di seluruh perairan (Gambar 7). Sirkulasi lemah yang terjadi pada periode ini (Akhir, 2012; Apriansyah *et al.*, 2022; Daryabor *et al.*, 2014) juga turut berperan dalam mendistribusikan karakteristik fisik ini tersebar merata di Laut Natuna. Tingginya suhu pada periode ini disebabkan oleh tingginya radiasi matahari (Lin *et al.*, 2002) di Laut Natuna. Sementara rendahnya salinitas disebabkan karena suplai massa air tawar dari Laut Jawa via Selat Karimata (Kok *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2021).

Parameter suhu dan salinitas memiliki peran yang berbeda-beda terhadap pembentukan daerah penangkapan ikan kembang di Laut Natuna. Suhu dan salinitas memberikan pengaruh penting dalam menentukan sebaran ikan pelagis kecil. Ikan pelagis kecil seperti kembang



Gambar 7. Siklus tahunan dari SPL (a) dan salinitas (b) di Laut Natuna

cenderung menghindari suhu yang terlalu tinggi karena dapat menyebabkan stres pada tubuh mereka (Hattab *et al.*, 2021; Takasuka *et al.*, 2008). Salinitas yang tinggi dapat meningkatkan tekanan osmotik pada tubuh kembang, sehingga ikan kembang mencari daerah yang memiliki salinitas yang lebih rendah untuk menghindari stres osmotik (Costa *et al.*, 2016; De Felice *et al.*, 2021).

Kondisi suhu dan salinitas yang cocok sebagai habitat ikan pelagis kecil bervariasi tergantung jenis ikannya. Ikan pelagis kecil, seperti kembang, layang, dan beberapa spesies yang lain cenderung hidup di perairan yang relatif stabil dan tidak ekstrem (Brosset *et al.*, 2017; Hariati, 2011; Schickele *et al.*, 2020). Kondisi perairan pada periode MBD hingga awal MTL memperlihatkan kondisi yang sesuai untuk habitat bagi ikan kembang yang mendiami Laut Natuna.

4. KESIMPULAN

Karakteristik perairan dan perikanan kembang di Laut Natuna diinvestigasi dengan menggunakan data model dari 2010 – 2020, dan data bulanan hasil tangkapan ikan kembang. Studi ini menemukan bahwa periode Musim Barat Daya hingga awal Musim Timur Laut dari Juni hingga Desember merupakan periode puncak penangkapan ikan kembang di Laut Natuna. Karakteristik perairan di Laut Natuna pada periode tersebut ditandai dengan suhu hangat

(>29 °C) dan salinitas rendah (< 33 psu) yang sesuai dengan habitat hidup bagi ikan kembang. Penemuan ini diharapkan memberikan manfaat dalam pengelolaan berkelanjutan ikan pelagis kecil khususnya ikan kembang di Laut Natuna.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghantarkan ucapan terima kasih pada pengembang model dan data yang digunakan dalam studi ini seperti: model CROCO, data GEBCO, CMEMS, ERA5 ECMWF, TPXO, dan GLOFAS. Terima kasih juga para staf di PPN Pemangkat yang telah membantu menyediakan data perikanan ikan kembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, M.F., Daryabor, F., Husain, M.L., Tangang, F., Qiao, F. 2015. Evidence of Upwelling along Peninsular Malaysia during Southwest Monsoon. *Open Journal Marine Sciences*. 05: 273–279.
- Akhir, M.F.M. 2012. Surface circulation and temperature distribution of southern South China sea from global ocean model (OCCAM). *Sains Malaysiana*. 41: 701–714.
- Apriansyah, Atmadipoera, A.S., 2020. Seasonal variation of the Sunda Shelf Throughflow. In *IOP Conference Series Earth Environment Science* 429: 012019.

- Apriansyah, Atmadipoera, A.S., Jaya, I., Nugroho, D., Akhir, M.F. 2023a. An Evaluation of a 1 / 18° Resolution Regional Ocean Circulation Model of CROCO in the Southern Sunda Shelf. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 28: 12–26.
- Apriansyah, Atmadipoera, A.S., Jaya, I., Nugroho, D., Akhir, M.F. 2022. Seasonal oceanographic changes and their implications for the abundance of small pelagic fishes in the southern South China Sea. *Regonal Studies in Marine Science*. 54: 102499.
- Apriansyah, Atmadipoera, A.S., Nugroho, D., Jaya, I., Akhir, M.F. 2023b. Simulated seasonal oceanographic changes and their implication for the small pelagic fisheries in the Java Sea, Indonesia. *Marine Environmental Research*. 188: 106012.
- Auclair, F., Benshila, R., Bordoiso, L., Boutet, M., Brémond, M., Caillaud, M., Cambon, G., Capet, X., Debreu, L., Ducouso, N., Dufois, F., Dumas, F., Ethé, C., Gula, J., Hourdin, C., Illig, S., Jullien, S., Corre, M. Le, Gac, S. Le, Gentil, S. Le, Lemarié, F., Marchesiello, P., Mazoyer, C., Morvan, G., Nguyen, C., Penven, P., Person, R., Pianezze, J., Pous, S., Renault, L., Roblou, L., Sepulveda, A., Theetten, S. 2022. Coastal and Regional Ocean COMMUNITY model.
- Azzahrawaani, A., Hartanto, M.T., Naulita, Y., Apriansyah. 2023. Simulated circulation and particle trajectory analysis related to the oil spill event in the Karawang Coastal Waters, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Brosset, P., Fromentin, J.M., Van Beveren, E., Lloret, J., Marques, V., Basilone, G., Bonanno, A., Carpi, P., Donato, F., Čikeš Keč, V., De Felice, A., Ferreri, R., Gašparević, D., Giráldez, A., Gücü, A., Iglesias, M., Leonori, I., Palomera, I., Somarakis, S., Tičina, V., Torres, P., Ventero, A., Zorica, B., Ménard, F., Saraux, C. 2017. Spatio-temporal patterns and environmental controls of small pelagic fish body condition from contrasted Mediterranean areas. *Progress Oceanography*. 151: 149–162.
- Chu, P.C., Edmons, N.L., Fan, C. 1999. Dynamical mechanisms for the South China Sea seasonal circulation and thermohaline variabilities. *Journal of Physical Oceanography*. 29: 2971–2989.
- Costa, P.L., Valderrama, P.R.C., Madureira, L.A.S.P. 2016. Relationships between environmental features, distribution and abundance of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, on the South West Atlantic Continental Shelf. *Fisheries Research*. 173: 229–235.
- Darmawan, A., Atmadipoera, A.S., Nugroho, D., Kamal, M.M., Koch-Larrouy, A. 2021. Sirkulasi Laut dan Biogeokimia di Kawasan Teluk Cendrawasih. *POSITRON*. 11: 63
- Daryabor, F., Ooi, S.H., Samah, A.A., Akbari, A. 2016. Tides and their dynamics over the sunda shelf of the southern South China sea. *PLoS One* 11.
- Daryabor, F., Tangang, F., Juneng, L. 2014. Simulation of southwest monsoon current circulation and temperature in the east coast of peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana*. 43: 389–398.
- De Felice, A., Iglesias, M., Saraux, C., Bonanno, A., Tičina, V., Leonori, I., Ventero, A., Hattab, T., Barra, M., Gašparevic, D., Biagiotti, D., Bourdeix, J.H., Genovese, S., Juretic, T., Aronica, S., Malavolti, S. 2021. Environmental drivers influencing the abundance of round sardinella (*Sardinella aurita*) and European sprat (*Sprattus sprattus*) in different areas of the Mediterranean Sea. *Mediterranean in Marine Science*. 22: 812–826.
- Du, Y., Qu, T. 2010. Three inflow pathways of the Indonesian throughflow as seen from the simple ocean data assimilation. *Dynamics Atmosphere Ocean*. 50: 233–256.
- Ebango Ngando, N., Song, L., Cui, H., Xu, S. 2020. Relationship Between the Spatiotemporal Distribution of Dominant Small Pelagic Fishes and Environmental Factors in Mauritanian Waters. *Journal of Ocean University China*. 19: 393–408.
- Egbert, G.D., Erofeeva, S.Y. 2002. Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides. *Journal of Atmosphere and Oceanic Technology*. 19: 183–204.
- Hariati, T. 2011. Komposisi Hasil Tangkapan, Musim Penangkapan, Dan Indeks Kelimpahan Ikan Pelagis Yang Tertangkap Pukat Cincin Mini Di Perairan Kendari , Laut Banda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* :139–146.
- Hariyadi, Hutabarat, J., Sugianto, D.N., Noercholis, M.F.M., Prasetyani, N.D.,

- Pranowo, W.S., Kunarso, Wetchayont, P., Wirasatriya, A. 2021. Natuna off-shelf current (NOC) vertical variability and its relation to ENSO in the North Natuna Sea. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science*. 26: 63–70.
- Harrigan, S., Zsoter, E., Alfieri, L., Prudhomme, C., Salamon, P., Wetterhall, F., Barnard, C., Cloke, H., Pappenberger, F. 2020. GloFAS-ERA5 operational global river discharge reanalysis 1979-present. *Earth System Science Data*. 12: 2043–2060.
- Hattab, T., Gucu, A., Ventero, A., De Felice, A., Machias, A., Sarau, C., Gašparević, D., Basilone, G., Costantini, I., Leonori, I., Bourdeix, J.H., Iglesias, M., Barra, M., Giannoulaki, M., Ferreri, R., Ayoubi, S. El, Malavolti, S., Genovese, S., Somarakis, S., Juretic, T., Tičina, V., Certain, G. 2021. Temperature strongly correlates with regional patterns of body size variation in Mediterranean small pelagic fish species. *Mediterranean Marine Science*. 22: 800–811.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Abdalla, S., Abellan, X., Balsamo, G., Bechtold, P., Biavati, G., Bidlot, J., Bonavita, M., De Chiara, G., Dahlgren, P., Dee, D., Diamantakis, M., Dragani, R., Flemming, J., Forbes, R., Fuentes, M., Geer, A., Haimberger, L., Healy, S., Hogan, R.J., Hólm, E., Janisková, M., Keeley, S., Laloyaux, P., Lopez, P., Lupu, C., Radnoti, G., de Rosnay, P., Rozum, I., Vamborg, F., Villaume, S., Thépaut, J. 2020. The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 146: 1999–2049.
- Hidayat, E.F. 2018. Analisa Daerah Potensi Ikan Pelagis Di Wppnri 711 Laut China Selatan Dengan Memanfaatkan Sistem Informasi Geografis. *Seminar Nasional Geomatika*. 2: 99.
- Imron, M., Baskoro, M.S., Komarudin, D. 2022. Production, Fishing Season and Fishing Ground of the Dominant Fish (*Euthynnus affinis*, *Mene maculata*, *Leiognathus equulus*) Caught by Boat Seine in Palabuhanratu Indonesia. *Omni-Akuatika* 18: 107–116.
- Indraswari, S., Kurniasari, R., Fikri, A.M. 2022. Karakteristik Organoleptik Dan Kandungan Gizi Bakso Ikan Kembung Dengan Substitusi Tepung Daun Kelor. *Ghidza Jurnal Gizi dan Kesehatan*. 6: 94–104. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v6i1.504>
- Jaya, I., Satria, F., Wudianto, Nugroho, D., Sadiyah, L., Buchary, E.A., White, A.T., Franklin, E.C., Courtney, C.A., Green, G., Green, S.J. 2022. “Are the working principles of fisheries management at work in Indonesia?” *Marine Policy* 140: 105047.
- Kok, P.H., Akhir, M.F.M., Tangang, F., Husain, M.L. 2017. Spatiotemporal trends in the southwest monsoon wind-driven upwelling in the southwestern part of the South China Sea. *PLoS One* 12.
- Kok, P.H., Wijeratne, S., Akhir, M.F., Pattiaratchi, C., Chung, J.X., Roseli, N.H., Daud, N.R. 2022. Modeling approaches in the investigation of upwelling along the east coast of Peninsular Malaysia: Its driven mechanisms. *Regional Studies in Marine Sciences*. 55: 102562.
- Kok, P.H., Wijeratne, S., Akhir, M.F., Pattiaratchi, C., Roseli, N.H., Ali, F.S.M. 2021. Interconnection between the southern south china sea and the java sea through the karimata strait. *Journal of Marine Science and Engineering* 9.
- Lin, P.H., Chou, M.D., Ji, Q., Tsay, S.C. 2002. Clear-sky surface solar radiation during the South China Sea Monsoon Experiment. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*. 13: 185–195.
- Liu, Q., Jiang, X., Xie, S.P., Liu, W.T. 2004. A gap in the Indo-Pacific warm pool over the South China Sea in boreal winter: Seasonal development and interannual variability. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 109.
- Ma'mun, A., Priatna, A., Amri, K., Nurdin, E. 2019. Hubungan Antara Kondisi Oseanografi Dan Distribusi Spasial Ikan Pelagis Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (Wpp Nri) 712 Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 25: 1.
- Noorsyoda, R.M.A., Naulita, Y., Apriansyah Natih, N.M., 2023. Simulated circulation and trajectory analysis in the Makassar Strait, In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Prasetyo, F.W., Manu, L., Pamikiran, R.R.D.C. 2018. Kajian Produktivitas Perikanan Tuna Cakalang Tongkol yang Tertangkap dengan

- Kapal Pukat Cincin (purse seine) 20 – 30 GT di Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung (Productivity of Tuna, Skipjack, Tuna Frigate Caught by Purse Seiner 20 - 30 GT Landed in Bitun. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap* 3.
- Prayogo, T., Arthana, I.W. 2007. Study on Oceanographic and Weather Conditions Related To the Abundance of Small Pelagic Fishery in Natuna Sea using Remote Sensing Data. *Ecotrophic*. 4: 8 – 14.
- Ramadhan, H., Nugroho, D., Nurjaya, I.W., Atmadipoera, A.S. 2021. Influence of river discharge on circulation and tidal process in the Java Sea, Indonesia. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 944.
- Safitri, I., Weni, M. 2018. Perikanan Tangkap Purse Seine di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pemangkat Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa* 1: 89–96.
- Sandeep, K.K., Pant, V., Girishkumar, M.S., Rao, A.D. 2018. Impact of riverine freshwater forcing on the sea surface salinity simulations in the Indian Ocean. *Journal of Marine Systems* 185: 40–58.
- Schickele, A., Leroy, B., Beaugrand, G., Goberville, E., Hattab, T., Francour, P., Raybaud, V. 2020. Modelling European small pelagic fish distribution: Methodological insights. *Ecological Modelling* 416.
- Susilawati, S. 2021. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *Electronic Journal Scientific of Environmental Health And Disease*
- Takasuka, A., Oozeki, Y., Kubota, H. 2008. Multi-species regime shifts reflected in spawning temperature optima of small pelagic fish in the western North Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 360: 211–217.
- Thomson, R.E., Emery, W.J. 2014. *Data Analysis Methods in Physical Oceanography: Third Edition*.
- Wahju, R.I., Zulkarnain, Mara, K.P.S. 2011. Estimation Fishing Season of layang (Decapterus spp) landed at PPN Pekalongan , Central Java. *Buletin PSP* XIX: 105–113.
- Wang, P., Li, Q. 2009. *Oceanographical and Geological Background*. pp. 25–73.
- Wei, J., Li, M.T., Malanotte-Rizzoli, P., Gordon, A.L., Wang, D.X. 2016. Opposite variability of Indonesian throughflow and south china sea throughflow in the Sulawesi Sea. *Journal of Physical Oceanography*. 46: 3165–3180.
- Wujdi, A., Suwarso, Wudianto. 2012. Beberapa parameter populasi ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di perairan Selat Bali. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*. 4: 177–184.
- Xu, T.F., Wei, Z.X., Susanto, R.D., Li, S.J., Wang, Y.G., Wang, Y., Xu, X.Q., Agustadi, T., Trenggono, M., Sulistyio, B., Setiawan, A., Kuswardani, A., Fang, G.H. 2021. Observed Water Exchange Between the South China Sea and Java Sea Through Karimata Strait. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 126.
- Zeny, A., Maulana, I., Suyasa, I.N., Mulyoto, M., 2022. Perikanan Purse Seine Di Laut Jawa Yang Berpangkalan di PPN Pekalongan, Studi Kasus : Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*). *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*. 3: 9.